

Mikko Ristimäki

Suunnitteluun ja dokumentaation hallintaan liittyvä automatisointi

Konetekniikan koulutusohjelma
2020

Suunnitteluun ja dokumentaation hallintaan liittyvä automatisointi

Ristimäki, Mikko
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Konetekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2020
Sivumäärä: 37
Liitteitä: 2

Asiasanat: AutomateWorks, karapaketti, pitkäkaraventiili, SolidWorks

Opinnäytetyö tehtiin sastamalalaisen Vexve Oy:n toimeksiantona keväällä 2020. Vexven toimialaa ovat kaupunkien ja teollisuuden lämmitys- ja jäähdytysratkaisut, joita yritys toimittaa ympäri maailmaa. Tuotteita käytetään muun muassa kaukoenergiaverkoissa, erilaisissa rakennuksissa sekä voimalaitoksissa.

Opinnäytetyössä tavoitteena oli luoda Microsoft Excel-pohjainen automaatti, joka toimii suomalaisen CadWorksin kehittämän AutomateWorksin kautta. Automaatti kehitettiin muokkaamaan erikoismittaisen pitkäkaraventiilin karapaketin korkeutta 3D-suunnitteluohjelma SolidWorksissa ja tallentamaan muokatuista piirroksista tarvittavat tiedostot tuotetietohallintajärjestelmä PDM:ään. Vanha manuaalinen kuvien muokkaamisprosessi oli rutiininomainen ja hidas, mutta opinnäytetyön automaatti nopeutti prosessia huomattavasti. Toisena etuna se antoi kenelle asianomaiselle tahansa mahdollisuuden luoda valmistus- ja asiakaskuvia erikoismittaisista pitkäkaraventtiileistä.

Ohjelma luotiin Microsoft Excel alustalle. Siihen kirjattiin kaikki tarvittava data käytettävistä komponenteista sekä komennot, joita AutomateWorks suorittaa. Automaatin käyttämät valmistus- ja asiakaskuvat muokattiin SolidWorksissa sopiviksi, jotta ne pysyvät asianmukaisina ohjelman muuttaessa kuvien mittoja. Automaatin luominen vähensi suunnittelijoiden työmäärää, sekä vähensi välikäsiä asiakaskuvien toimituksessa. Se myös loi hyvän perustan tulevaisuuden automaatioille Vexvellä.

Automation of design and documentation management

Ristimäki, Mikko

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical Engineering

May 2020

Number of pages: 37

Appendices: 2

Keywords: AutomateWorks, long stem valve

The thesis was made as an assignment on behalf of Vexve Oy located in Sastamala in spring 2020. Vexve's area of operations are heating and cooling solutions of cities and industries, that the company delivers around the world. The products are used in heating networks, different types of buildings, and power plants.

The purpose of the thesis was to create an automated program to Microsoft Excel base, that works through a program called AutomateWorks created by a Finnish company CadWorks. The program was created to modify dimensions of special height long stem valves stem height in 3D-modeling software SolidWorks and save the created files to product data management system PDM. The old, manual design process was routinized and slow, but the automat speeds up the process significantly. Another benefit was it provided an opportunity for everyone within the company to create production and customer drawings of special height long stem valves.

The program was built in Microsoft Excel base. All the necessary data of the involved components and the commands that AutomateWorks is executing in the process were noted down in the Excel. The drawings that automat uses were edited suitable for AutomateWorks on SolidWorks, so they remain appropriate after the program changes the dimensions of the parts. Creating the automat reduced the workload of the product designers, as well as cut out the middlemen in the drawing delivery process to customers. It also gave Vexve a good base for future automations.

SISÄLLYS

KÄYTETYT LYHENTEET JA TERMIT	5
1 JOHDANTO	6
2 TYÖN TOIMEKSIANTAJA	7
3 TUOTTEET	9
3.1 Palloventtiilit.....	9
3.2 Lämpäventtiilit.....	10
3.3 Pitkäkaraventtiilit.....	11
3.4 Karapaketit.....	12
3.5 Muut tuotteet.....	15
4 OHJELMISTOT	16
4.1 SolidWorks	16
4.2 PDM.....	16
4.3 AutomateWorks.....	18
4.4 Microsoft Excel	19
5 MENETELMÄT	20
5.1 Nykyinen menetelmä	20
5.2 Uusi menetelmä	20
5.3 Vertailu	20
6 OHJELMISTON MÄÄRITYS	21
6.1 Valmistuskuvien päivitys.....	21
6.2 Ohjelmiston teko.....	23
6.3 Karapaketin osien mitoitus	28
6.4 Automaation viimeistely.....	30
6.5 Ohjeiden teko.....	32
7 OHJELMISTON TESTAUS JA TULOKSET.....	33
8 POHDINTA	35
LÄHTEET.....	37
LIITTEET	

KÄYTETYT LYHENTEET JA TERMIT

PKV	pitkäkaraventtiili.
SolidWorks	3D suunnitteluohjelma.
DN	Diameter Nominal, putken sisähalkaisija.
PN	putkien tai venttiilin paineluokka
SW/PDM	SolidWorks Product Data Management, SolidWorksin kehittämä tuotetiedon hallintajärjestelmä.
CustomWorks	SolidWorksin lisäosa, jolla automatisoidaan nimiketiedon hallintaa.
AutomateWorks	SolidWorksin lisäosa, joka ohjelmoidaan tuottamaan automaattisesti käyttäjän tarvitsemia tiedostoja.
Nimike	PDM:ssä hallittava tiedosto, kuten komponentti tai dokumentti.
Revisio	Kun nimikettä muokataan, siitä tehdään uusi revisio. Se kertoo nimikkeen version.
Väliaine	Aine, joka virtaa verkostossa venttiilin läpi, kuten öljy, vesi, paineistettu ilma tai kaasu.
Sketch	3D-mallin pohja, joka on piirretty. Se voi olla esimerkiksi kappaleen ääriviiva tai yksityiskohtan mitoitus.
Detail	Piirustukseen tehty yksityiskohtainen tarkennus, joka kohdistuen pieneen alueeseen kappaleessa.

1 JOHDANTO

Vexve Oy:llä erikoismittaisten venttiilien karapakettien määrä on lisääntynyt, joten kehitystä vastaavia suunnittelutoimia tarvitaan prosessien nopeuttamiseksi suunnittelussa, asiakaspalvelussa, sekä myynnissä.

Toimeksianto nopeuttaa tiedonkulkua eri yksiköiden välillä ja nopeuttaa huomattavasti koko tuotesuunnitteluprosessia pitkäkaraventtiilien osalta. Toimiessaan halutulla tavalla AutomateWorks - ohjelma hoitaa aikaa vievän, rutiininomaisen muokkaustyön jättäen enemmän aikaa muille toimille. Ohjelmiston tarjoaa suomalainen CadWorks. Ohjelma tuottaa tarvittavat .PDF-muotoiset kuvat vain muutamassa minuutissa, joten vuositasolla ajan ja vaivan säästö on todella merkittävä.

AutomateWorksin ohjelma luodaan Microsoft Excel -alustalle, ja lopuksi siitä luodaan oma, erillinen käyttöliittymä. Tulevaisuudessa tarkoituksena on mahdollistaa ohjelman käyttö myös muissa yrityksen yksiköissä, kuten asiakaspalvelussa ja myynnissä. Tässä opinnäytetyössä ohjelmiston teko Exceliin, piirrosten ja kokoonpanojen muokaus automaatile sopiviksi SolidWorksilla ja datan päivittäminen SWPDM:ään ovat keskeisimmät työvaiheet.

2 TYÖN TOIMEKSIANTAJA

Opinnäytetyö tehdään sastamalalaisen Vexve Oy:n toimeksiantona. Vexve on maailman johtava venttiiliratkaisujen toimittaja kaupunkien ja teollisuuden lämmitys- ja jäähdytystarpeisiin (Vexve Oy, 2020).



Kuva 1. Vexven logo

Yritys perustettiin Sastamalaan vuonna 1960. Aluksi toimenkuva oli LVI-urakointia, kunnes vuonna 1990 alkoi palloventtiilien valmistus. 90-luvulta eteenpäin Vexve on vienyt venttiileitä ulkomaille, ja tänä päivänä vientiin menee ympäri maailmaa noin 75% valmistetuista venttiileistä. Palloventtiilien lisäksi valmistus laajeni läppäventtiileihin vuonna 2004. Ulkomaantoiminnan laajetessa Vexve perusti palvelukeskukset Kiinaan ja Venäjälle yhteistyön helpottamiseksi vuosina 2012 ja 2013. Vuonna 2014 Vexve osti laitilalaisen Naval Oy:n, jonka päätuotteita ovat pienet palloventtiilit. Viimeisimmät suuret tapahtumat Vexven historiassa ovat suomalaisen sijoitusyhtiö DevCo Partners Oy:n siirtyminen yhtiön omistajiksi vuonna 2016, ja uuden puristusliitos venttiilisarjan (X-sarja) ja Vexven historian isoimman DN1600 läppäventtiilin lanseeraaminen 2019. Viimeisimpänä tapahtumana on tšekkiläisen Armatury Groupin ostaminen 2019 vuoden lopulla. Armatury sijaitsee Tšekeissä Dolni Benešovin kaupungissa, ja työllistää noin 600 henkeä. Yhtiön liikevaihto oli vuonna 2019 noin 60 miljoonaa euroa. (Vexve Oy, 2020)

Vexven arvoissa on alusta asti painotettu laadun tärkeyttä. Tinkimättömänä tavoitteena on valmistaa älykkäitä, turvallisia ja kestäviä venttiiliratkaisuja. Tasokkaat raaka-aineet, henkilöstön asiantuntemus ja 60 vuoden kokemus ovat Vexven takaaman laadun perusta. Vexven tuotteille on myönnetty PED-painelaitedirektiivi, ja kaikki venttiilit testataan ennen toimitusta eri väliaineilla, paineilla ja lämpötiloilla asiakkaan käyttöympäristö huomioiden. Venttiilien tavanomaiset käyttökohteet ovat voimalaitoksissa, kaukoenergiaverkoissa, kuten siirtolinjoissa, verkostoissa tai pumppausasemilla,

ja isompien rakennusten lämmönjakokeskuksissa, kuten ostoskeskuksissa ja sairaaloissa (Vexve Oy, 2020).

Vexven tehtaot sijaitsevat Sastamalassa ja Laitilassa. Yhteensä tehtaiden kapasiteetti tuottaa yli miljoona venttiiliä vuodessa. Suurin osa Vexven tuotannosta on Sastamalassa, jossa sijaitsee kaksi tehdasta. Niissä tuotetaan DN200-800 koon palloventtiilit sekä kaikki läppäventtiilit. Laitilan pitkälti automatisoidulla tehtaalla tuotetaan pienet DN10-150 koon palloventtiilit. Myös Venäjän palvelukeskuksessa Pietarissa on pieni tuotantokapasiteetti. Yksinään Vexven liikevaihto on noin 50 miljoonaa euroa, ja koko Vexve Armatury Groupin noin 110 miljoonaa euroa. Yhdessä Vexve ja Armatury toimittavat venttiilejä yli 60 maahan. Suurimmat vientimaat ovat Kiina, Venäjä, ja Euroopan maat kuten Ruotsi ja Saksa (Vexve Oy 2020).

Tulevaisuudessa Vexven visiona on kehittää älykaupungeille innovatiivisia, vastuullisia ja tehokkaita energiainfrastruktuureja, jotka tukevat kestävästä kehitystä (Vexve Oy 2020).



Kuva 2. Vexven Sastamalan tehtaot.

3 TUOTTEET

Vexven tuotebrändit ovat nimeltään Vexve™, Naval™ ja Hydrox™, joista kaksi ensimmäistä ovat venttiilejä, ja Hydrox™ kattaa hydrauliset toimilaitteet ja ohjausyksiköt (Vexve Oy, 2020).

3.1 Palloventtiilit

Suurin osa Vexven tuotannosta on palloventtiilituotantoa. Palloventtiileistä valmistetaan kokoja DN10-800. Nimensä mukaisesti palloventtiilissä on keskellä pallo, joka toimii venttiilin sulkuelementtinä. Sen keskiötä lävistää reikä, jonka ollessa samassa linjassa venttiilin pituuteen nähden, se sallii väliaineen virtaamisen pallon läpi. Kun pallo käännetään toimilaitteella tai kahvalla niin, että pallon reikä on poikittain rungon pituussuuntaan nähden, venttiili sulkeutuu estäen väliaineen läpivirtauksen.

Palloventtiileitä on saatavilla teräksisenä ja haponkestävinä. Täysaukkoinen venttiili tarkoittaa, että venttiilin sisäosa vastaa lähes suoraa putkea, kun taas supistettuaukkoissa pallon virtausaukko on pienemmällä halkaisijalla kuin putkien sisähalkaisija eli se supistaa virtausta. Useimmiten venttiilin väliaineena virtaa neste, kuten öljy tai vesi, mutta tiivisteitä vaihtamalla venttiili saadaan sopivaksi toimimaan myös kaasulinjoissa. Tavallisimmat käyttökohteet ovat kaukolämpö- ja kylmäverkostot, lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät sekä paineilma- ja öljyverkostot (Vexve Oy 2020).



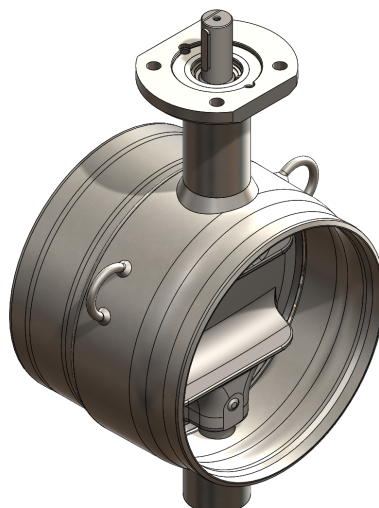
Kuva 3. DN200 koon palloventtiili toimilaitelaipalla.

Kuva 3. esittää DN200 koon palloventtiiliä toimilaitelaipalla. Toimilaitelaippaan voidaan asentaa erilaisia ohjauslaitteita, kuten sähköisiä, pneumaattisia, hydraulisia tai käsikäyttöisiä toimilaitteita. Ilman toimilaitelaippaa venttiilin ohjaus tapahtuisi käsikahvalla, joka kiinnitetään suoraan venttiilin karaan. Palloventtiili voidaan liittää verkostoon kierre-, laippa- tai hitsiliitoksella. Hitsattavia venttiileitä on saatavilla EN- tai GOST-standardin mukaisin liitospäin.

3.2 Lämpäventtiilit

Lämpäventtiili on venttiilimalli, joka tarkoituksena on estää, sallia tai rajoittaa väliaineen kulkua samalla tavalla kuin palloventtiili. Erona on venttiilin rakenne ja sulkuelementti, jona toimii pallon sijasta lautasmainen läppä. Sen muoto mahdollistaa avattuna väliaineen hyvän virtauksen, ja kiinnityksen karoihin ja niin edelleen toimilaitteeseen. Lämpäventtiileissä on myös alakara, joka tukee sulkuelementtiä myös venttiilin alaosasta. Toimilaitteen momentti karaan välitettynä kääntää läppää eri asentoihin mahdollistaen venttiilin toiminnan. Lämpäventtiilin muodon vuoksi venttiilillä on tilaa säästävä rakenne, joten se on kokoonsa nähden kevyt ja helppo asentaa (Vexve Oy 2020).

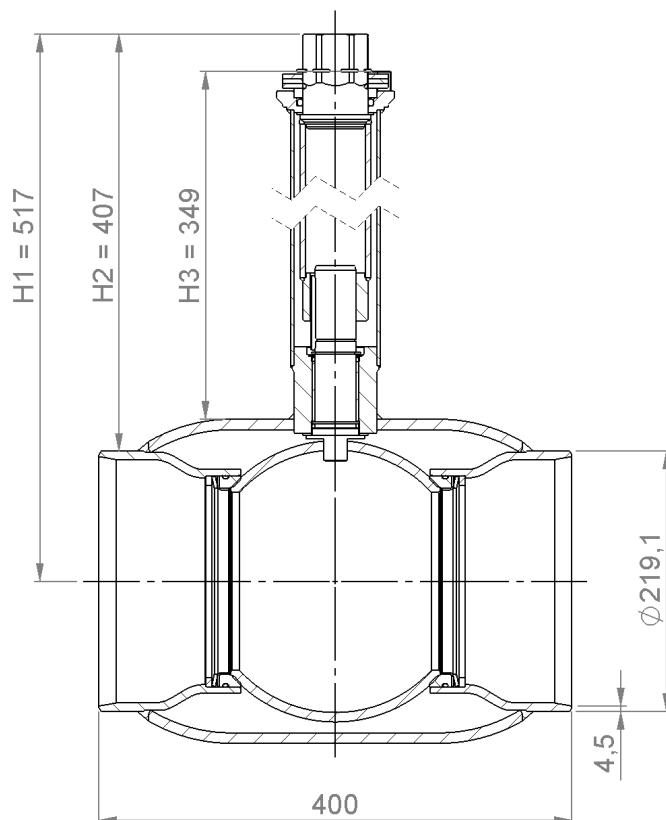
Vexve valmistaa läppäventtiilejä kokovälillä DN300-DN1600 Sastamalan tehdas 2:lla. Lämpäventtiileitä on saatavilla laippa- tai hitsiliitoksella. Hitsiliitoksellisia läppäventtiileitä on saatavilla EN- tai GOST-standardin mukaisin liitospäin. Venttiiliä on mahdollista ohjata käsivaihteella, sähköisellä sekä hydraulisella toimilaitteella (Vexve Oy 2020).



Kuva 4. DN300 koon läppäventtiili toimilaitelaipalla.

3.3 Pitkäkaraventtiilit

Pitkäkaraventtiilit ovat palloventtiileitä, joiden käyttökohteita ovat pääasiassa kauko-
lämpö – ja kaukokylmälinjat. Pitkäkara tarjoaa mahdollisuuden käyttää venttiiliä han-
kalissa paikoissa, kuten maanalaisissa asennuksissa, jotka ovat tyypillisiä tämän tuo-
teryhmän venttiileille. PKV:tä on saatavilla kokoluokissa DN25-800, supistettuauk-
koisena ja täysaukkoisena. 6K-karapaketilla varustettuja pienimpiä DN25-150 venttii-
lejä käytetään yleensä T-avaimella, ja DN200-400 venttiileissä suositellaan käytettä-
väksi planeettavaihdetta. Toimilaitelaipallisia venttiilejä ohjataan käsivaihteella tai
sähköisellä tai hydraulisella toimilaitteella. Venttiilit ovat kehitetty toimimaan haasta-
vissakin olosuhteissa, aina $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ asti. Venttiilien paineluokat ovat pienille
DN25-50 luokka PN40 ja suuremmille DN65-800 venttiileille PN25, jotka tarkoitta-
vat, että venttiili kestää 40 tai 25 baaria painetta (Vexve Oy, Pitkäkaraventtiilit ja ka-
rapaketit, 2020).



Kuva 5. DN200 supistettuaukkoisen pitkäkaraventtiilin piirroskuva.

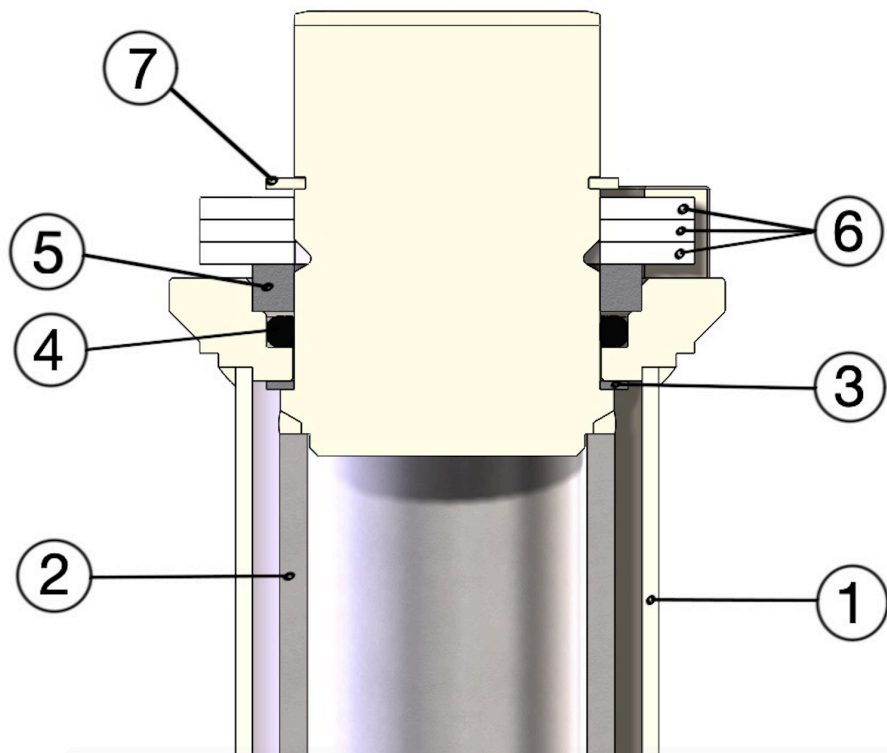
3.4 Karapaketit

Kara on venttiilin osa, joka on kytkettynä sulkuelementtiin venttiilin sisällä. Kara mahdollistaa venttiilin sulkuelementin, pallon tai läpän, eri asentoihin liikuttamisen. Kahvalla, käsipyörällä tai erillisellä toimilaitteella momentti välitetään karan kautta sulkuelementille. Karan rakenne estää pallon tai laipan ylimääräisen liikehdinnän, ja sallitun liikeradan ylittämisen. Karapakettiin kuuluvat koosta riippuen kuvan 6. mukaiset osat, jotka pitävät venttiilin tiiviinä sekä mahdollistavat toimilaitteen tai kahvan tuottaman momentin avulla sulkuelementin avaamisen, säätämisen ja sulkemisen.

Pitkäkaraventtiilien karapakettien pituudet ovat muokattavissa asiakkaan tarpeiden mukaan. Erikoismittaiset karapaketit mahdollistavat venttiilin hankalan asennuksen

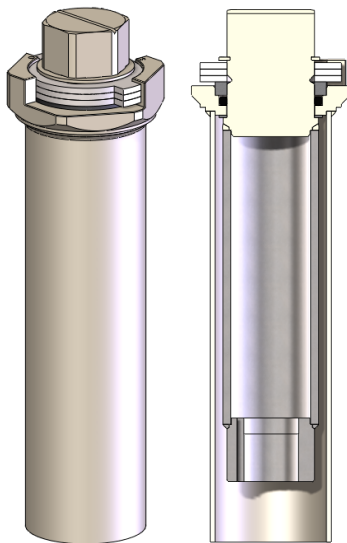
tekemisen esimerkiksi tavallista syvemmälle maan alle tai rakennukseen. Karapake-teissa O-renkaat voivat muuttua asiakkaan käyttämälle väliaineelle sopivaksi (Vexve Oy 2020).

Kuvassa 6 on esitetty tavanomaisen DN200-koon pitkäkaraventtiilin 6K-karapaketin leikkauskuva, jossa on osoitettu sen seitsemän osaa. Osa 1. on karapaketin suojaputki, jonka mitta on AutomateWorksin ohjelmassa muuttuva. Se suojaa herkkiä sisäpuolen komponentteja ja kiinnittyy hitsillä putken alapäästä venttiilin runkoon. Osa 2. on karapaketin väliputki, jonka pituus muuttuu samassa suhteessa suojaputkeen. Väliputki on yhteydessä venttiilin karaan, joka on yhteydessä sulkuelementtiin. Numero 3. on liukulevy, joka mahdollistaa karan kääntämisen vähällä kitkalla. Osa 4. on O-renkas, joka pitää karapaketin tiiviinä. Eri väliaineille on saatavilla erilaiset renkaat. Osa 5. on tiivisteholkki, ja osat 6. ovat rajoitinlevyjä, jotka estävät karan liian liikkumisen ja tiivistävät O-renkaan paikoilleen. Viimeisenä osa 7. on pidätinrenkas, joka estää muiden osien liikkumisen pois paikoiltaan.



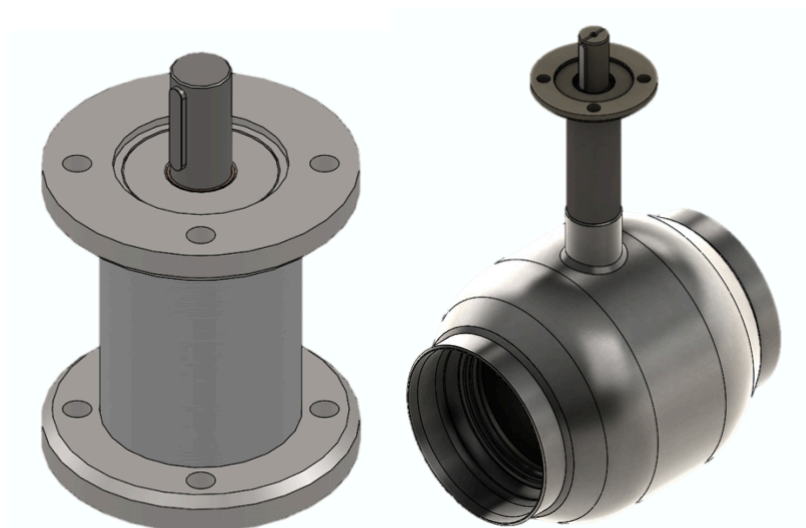
Kuva 6. 6K-karapaketin osat.

6K-karapaketti eli kuusikanttikarapaketti on tavallinen, ilman toimilaitelaippaa oleva paketti. Sen päässä on HEX-19mm, HEX-27mm tai HEX-50mm-kokoinen kuusikantti riippuen venttiilikooosta. Pieniä DN25-150 6K-karapaketteja operoidaan yleensä t-avaimella ja suurempia DN200-400 planeettavaihteella. Jälkikäteen 6K-karapaketista voidaan muuttaa toimilaitelaipallinen karapaketti asentamalla karapakettiin toimilaitelaipat. Karapaketti on mahdollista myös pidentää jälkikäteen erillisellä jatkokarapaketilla.



Kuva 7. 6K-karapaketti.

Karapaketti voi myös olla toimilaitelaipallinen, joka mahdollistaa erilaisten toimilaitteiden asentamisen venttiilin ohjaamiseksi. Toimilaitelaipallisia karapaketteja on saatavilla vakiona kokoluokan DN200-800 venttileihin. Laippaan tai 6K:hon on mahdollista asentaa myös jatkokara, jolla saadaan karaan lisää pituutta. Venttiilien piirroksissa (Kuva 5.) karapaketin korkeutta kuvataan H1-mitalla. Erikokoisilla karapaketeilla on vakiomitta, josta tulee tavallisen pitkäkaraventtiilin H1-mitta. Kun karapaketista tehdään erikoispitkä, H1-mitta muuttuu. Tämän opinnäytetyön automaatin käyttäjä voi asettaa toivomansa H1-mitan venttiilille, jolloin automaatti laskee [\(6.3\)](#) karapaketin suoja- ja väliputkeen lisättävän tai vähennettävän pituuden käyttäjän haluaman H1-mitan saavuttamiseen ja muuttaa osien pituutta.



Kuva 8. Toimilaitelaipallinen jatkokara ja toimilaitelaipallinen karapaketti palloventtiilissä.

3.5 Muut tuotteet

Venttiilien lisäksi Vexven tuotteistossa on erilaisia toimilaitteita, kuten Hydrox™, joka on hydraulinen toimilaite. Sen suurimmat käyttökohteet ovat kaukolämpö- ja kylmäverkostoissa. Vuonna 2018 Vexve lanseerasi X-sarjan talotekniikkaventtiilit kokoina DN15-50. Sarjan venttiilit on suunniteltu erilaisten rakennusten lämmitys- ja jäähdytysverkostojen säätämiseen ja sulkemiseen. X-sarjan etuja ovat nopeus, luotettavuus ja sen käyttöedukkuus. (Vexve Oy 2016, Vexve Oy 2018).

Vexvellä on myös verkoston seurantajärjestelmä iSense™, joka kuuluu yrityksen uusimpiin lanseerauksiin. Tuoteperhe koostuu älykkäistä monitorointiratkaisuista, jotka on suunniteltu pääasiassa maanalaisiin kaukolämpö- ja kylmäverkostoihin. iSense™-tuotteet soveltuvat langattomaan maanalaiseen käyttöön sekä ovat omavoimaisia ja jälkiasennettavissa jo valmiiseen verkostoon (Vexve Oy 2020).

4 OHJELMISTOT

4.1 SolidWorks

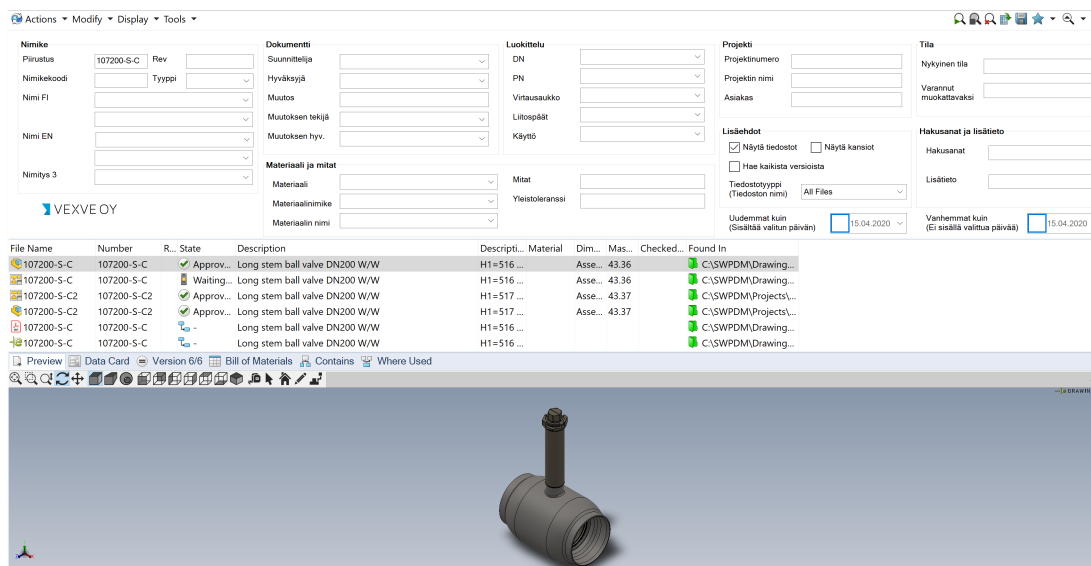
SolidWorks on ranskalaisen Dassault Systemès:in kehittämä mekaniikkasuunnitteluun tarkoitettu 3D-CAD-ohjelmisto. Ohjelmiston ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 1995, ja nykyään sitä käyttää maailmassa yli 165000 yritystä. Ohjelmisto sisältää laajat pinta- ja tilavuusmallinnustyökalut, minkä vuoksi se on suosittu suunnittelukäytössä laajalti ympäri maailman. Vexvellä on käytössä useita lisäosia SolidWorksiin, kuten CustomWorks ja AutomateWorks, jota tämä opinnäytetyö koskee. Laajan lisäosavai-koimansa ansiosta SolidWorks on räätälöitävissä käyttäjän tarpeiden mukaiseksi. SolidWorks on laajentanut työkalujaan viime vuosien aikana, ja ne mahdollistavat perin-teisen mallinnuksen lisäksi esimerkiksi erilaisia simulaatioita, laskentatoimintoja ja renderöintejä (CadWorks 2020, Dassault Systemès 2020).

SolidWorksissa on kolme pääominaisuutta: Part, Assembly ja Drawing. Part-ominaisuudella mallinnetaan yksittäinen kappale. Mallinnettaessa kappaleelle luodaan sen muoto ja se mitoitetaan oikean kokoiseksi. Jos kappaleita on useita, voidaan Assembly-ominaisuudella niistä koota kokonaisuus. Vexvellä venttiilien osat mallinnetaan Part-ominaisuudella yksitellen ja kootaan osa osalta Assemblynä valmiiksi venttiiliksi. Drawing-ominaisuudella voidaan kappaleesta tai kokoonpanosta luoda piirustus, josta selviävät kappaleen tai kokoonpanon tarvittavat tiedot esimerkiksi asiakkaalle tai valmistajalle.

4.2 PDM

PDM eli Product data management on tuotetietohallintajärjestelmä. Vexvellä on käytössä SWPDM, SolidWorks PDM, joka on myös Dassault Systemès:in luoma ohjelmisto. Se on suoraan Windows Explorer –käyttöliittymässä toimiva dokumenttienhallintaratkaisu. Vexvellä PDM otettiin käyttöön 2016, jonka jälkeen suurin osa osista, kokoonpanoista ja piirustuksista on ollut niitä tarvitsevien saatavilla. PDM:n ominaisuuksia ovat muun muassa tiedoston, revision ja tilan hallinta, tiedostojen tehokas

haku- ja lajittelutoiminto, sekä käyttäjien ja käyttäjäryhmien oikeuksien hallinta (Cad-Works 2020).



Kuva 9. PDM:n hakusivu

Kuva 9. esittää PDM:n hakusivun, johon voi syöttää PDM:ssä sijaitsevien tiedostojen tietoja, mikä mahdollistaa tiedostojen etsimisen ja rajaamisen. Sivun keskivaiheilla oleva ”Preview”-välilehti tarjoaa käyttäjälle esikatselun luettelossa valittuun tiedostoon. Viereinen ”Data Card” -välilehti luettelee kuvan 10. mukaisesti tiedostoon CustomWorksilla asetetut tuotetiedot. Lista jatkuu nimitysten jälkeen myös osan tarkempiin tietoihin, kuten materiaaliin ja painoon.

Perustiedot **Vanhat tiedot**

Nimike

Piirustus 107200-S-F12 Rev 2

Nimikekoodi 107200/S/F12 Tyyppe 10 Valmistettava

Nimi FI Pitkäkaraventtiili DN200 H/H

Toimilaitelaipalla

Nimi EN Long stem ball valve DN200 W/W

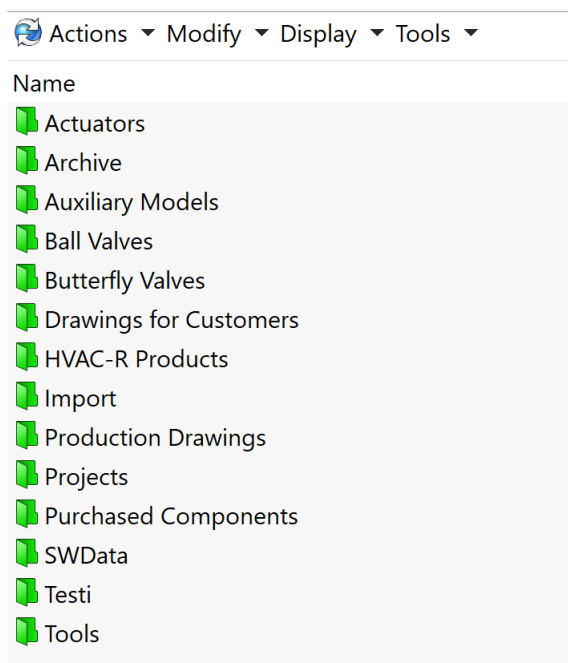
With top flange F12

Nimitys 3

Kuva 10. Data Card –tiedot.

Kaikki PDM:ään lisättävät tiedostot tulee tallennuksen jälkeen ”Check In” -komennolla lisätä palvelimelle, jotta tiedosto on kaikkien nähtävissä. Kun tiedosto otetaan SolidWorksiin muokattavaksi, sille tehdään ”Check Out” -komento, jotta sitä on mahdollista muokata. Ennen kun tiedostolle ajetaan ”Check In” -komento PDM:ään, sille voidaan tallentaa metadatatietoja, joilla tiedostoja voidaan hakusivulta etsiä ja rajata. Metadatatietoja ovat esimerkiksi suunnittelijan nimi, venttiilin kaikki tiedot ja piirroksen tai kokoonpanon tuotantotyyppi tai nykyinen tila.

Vexven PDM:ssä on tuotteille omat kansiot. Erityyppiset tuotteet sijoitetaan omiin kansioihinsa, jotta niiden paikantaminen on helppoa ja tiedostot pysyvät järjestyksessä. Kuva 11. on tuotekansionäkymä.



Kuva 11. PDM-kansiot

4.3 AutomateWorks

AutomateWorks on CadWorksin tekemä lisäosa SolidWorksiin, joka on kehitetty automatisoimaan kuvamuokkauksen ja tallennuksen. Ohjelmiston perustana toimii Excel-alusta, jonka voi ohjelmoida AutomateWorksin kautta toteuttamaan halutut komennot SolidWorksissa. Yleisiä mahdollisia toimintoja ovat kuvien ja mallien avaus,

haluttujen mittojen muuttaminen, piirustuksen muokkaus ja tallennus. AutomateWorks saa toimimaan joko suunnittelua nopeuttavana työkaluna tai täysin automaattisena robottina tuottamaan käyttäjän tarvitsemia komentoja SolidWorksin sisällä.

AutomateWorksin ohjelmistoja on kaksi. AutomateWorks Standalone toimii suoraan tietokoneelta, ja sen kautta voi ajaa Excelissä luotuja ohjelmia itselleen. Standalone ei voi tuottaa palvelimelta annettuja komentoja, toisin kuin toinen ohjelmisto, AutomateWorks Worker. Worker on ikään kuin robotti, joka ajaa läpi sille määrätty tehtävät. Verkkokäyttöliittymään syötetyt tehtävät kasaantuvat jonoksi Workerin työlistaan, jonka se ajaa läpi saatuaan tehtävän tai viimeistään käynnistyessään. Worker voi olla kuvien generointiin käytössä olevalla tietokoneella päällä kaiken aikaa, jolloin se tuottaa kuvat heti, kun työ rekisteröidään palvelimen kautta. Molemmille ohjelmistoille on oma lisenssinsä, ja ne toimivat itsenäisesti.

4.4 Microsoft Excel

Microsoftin Office-ohjelmistoihin kuuluvat Excel on laajalti käytetty taulukkolaskentaohjelma, joka mahdollistaa myös soluihin perustuvan ohjelmoinnin. Exceliä käytetään tavallisesti numeerisen datan analysointiin, laskelmointiin ja visuaaliseen esittämiseen. Datan esittämiseen on saatavilla erilaisia graafisia taulukoita, pivot-taulukoita ja diagrammeja.

Tässä opinnäytetyössä AutomateWorksillä ajettava ohjelma saa alkunsa Excelistä, johon kaikki tarvittava data ohjelman toimimiseksi on kirjattu. Exceliin on mahdollista tehdä omia macroja ja komentoja. Ne helpottavat ohjelmiston käyttöä tai mahdollistavat täysin uuden ohjelman rakentamisen Excel-pohjalle, kuten tämän opinnäytetyön automaatti. Exceliin luodut komennot ja macrot voidaan ajaa Excelin sisäisesti tai lukea ulkoisilla ohjelmilla, jolloin tämän opinnäytetyön kaltaisten automaattien tai vaikkapa matemaattisten laskureiden luominen on mahdollista.

5 MENETELMÄT

5.1 Nykyinen menetelmä

Nykyinen menetelmä erikoismittaisten venttiilien luontiin on täysin manuaalinen. Venttiilistä avataan perusmalli, jonka jälkeen karapaketin, suojaputken ja väliputken mittaa muutetaan SolidWorksin Assembly-tilassa asiakkaan toiveen mukaisesti. Tämän jälkeen kokoonpanon piirros muokataan niin, että se täyttää Vexven piirrosvaatimukset. Nykyinen prosessi on rutiininomainen, mutta se vie paljon aikaa, jonka voisi käyttää hyödyllisemmin (CadWorks 2020).

5.2 Uusi menetelmä

Uusi menetelmä erikoismittaisten venttiilien luontiin on automaattinen. Käyttäjä voi ohjelmalla valita kaikki venttiiliä koskevat pääpiirteet, kuten DN-koon, karapaketin mallin ja pituuden, venttiilin tyypin ja haluamansa asiakaskuvan, ja sen avulla luoda valmiit piirrokset venttiilistä. Tavoitteena on saada automaatti vietyä Excelistä omaksi itsenäiseksi verkkosovellukseksi, jonka käyttöliittymän voi kuka tahansa firman sisällä avata omalle tietokoneelleen tai vaikkapa puhelimelle. Näin käyttäjä ei tarvitse SolidWorksiä tai koko Excel-pohjaista ohjelmistopakettia tietokoneelleen, vaan voi avata ohjelmistosta luodun käyttöliittymän omalla tietokoneellaan ja luoda kuvat sen kautta virtuaalisesti siihen tarkoitettulla tietokoneella (CadWorks 2020).

5.3 Vertailu

AutomateWorksin mahdollistaman uuden erikoispitkien karapakettien luontimenetelmän ansiosta kuka tahansa firman sisällä pystyy luomaan tarvittaessa kuvat halutusta venttiilistä, kun ennen työn sai tehtyä vain suunnittelija. Se vähentää työmäärää suunnittelijoilta, joiden vastuulla on muun muassa toimittaa tarvittavat kuvat asiakaspalvelulle, myynnille ja tuotannolle. Kun työntekijät muilla osastoilla voivat itse luoda tarvittavat kuvat, työmäärä kuvien tuottamisesta tasoittuu.

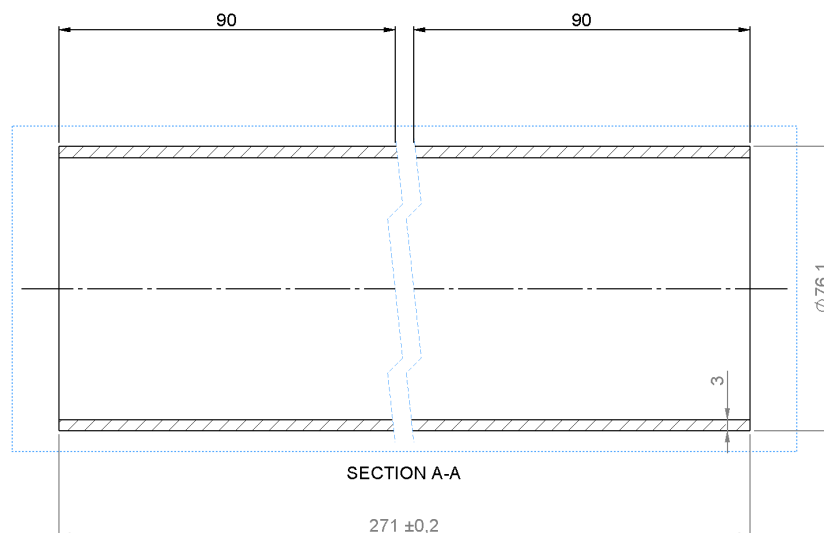
6 OHJELMISTON MÄÄRITYS

6.1 Valmistuskuvien päivitys

Valmistuskuvien päivitys on arkipäivää suunnittelijalle. Tässä opinnäytetyössä kaikkien ohjelmassa toimivien pitkäkaraventtiileiden, karapakettien, suojaputkien ja väliputkien kuvien päivitys SolidWorksissa oli välttämättömyys ohjelman toimivuuden kannalta. Kun karapaketin korkeus muuttuu alkuperäisestä, on turhan kuluttavaa muokata mallin kuvat erikseen. Muokattaessa karapakettia asiakkaan tarpeen mukaan ainoastaan suojaputki sekä väliputki muuttavat mittojaan samassa suhteessa. Kaikki muut komponentit pysyvät paikoillaan saman mittaisina, jotta karapaketti toimii kuten alkuperäinenkin. Kun AutomateWorks muokkaa kuvassa olevan kokoonpanon mittoja käyttäjän asettamien toiveiden mukaisesti, kuva, jonka mitoitusta ei ole säädetty muokattavaksi, räjähtää käsiin. Asettamalla leikkausviivoja ja mitoittamalla ne osan keskittai maksimikohtiin, kuvannot eivät enää itsessään muutu, vaikka osan mitat muuttuisivat.

Jokaiseen muuttuvaan osaan tai kokoonpanoon tehtiin karapaketin päälle “Breaking Line” -toiminto, joka katkaisee tarkasteltavan osan katkoviivamaisesti. Toiminnolla voidaan lyhentää pitkiä kappaleita piirrokseen sopivaksi samalla pitäen sopivan skaalauksen. Mitoittamaton katkoviiva ei pidä muuttuvaa objektia saman kokoisena, vaan lyhentää sen käyttäjän haluaman mittaiseksi sen hetkisellä mitalla.

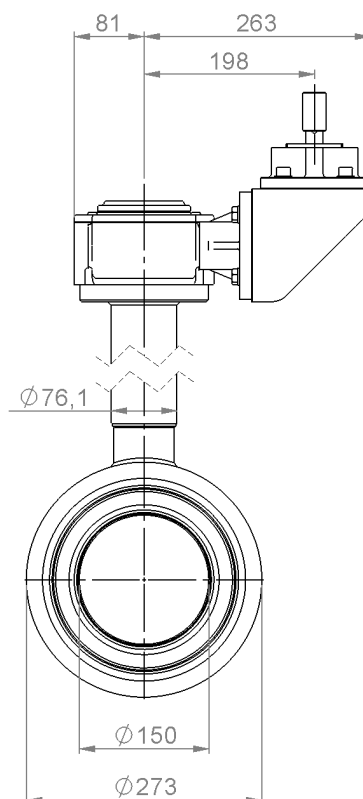
Kuvan 9. Breaking Line mitoitettiin osan päätyihin putkien piirroksissa sekä venttiilin huipulle ja origoon venttiilin kokoonpanopiirroksissa. Näin venttiilin kuvannon koko pysyy samana, vaikka karan pituus vaihtelisi.



Kuva 12. Suojaputken mitoitus.

Myös uudet keskiviivat mitoitettiin osille samoilla mitoitusparametreilla, kuin Breaking Line, jotta keskiviiva pysyy liikkumattomana. Jos keskiviivaa ei mitoiteta, SolidWorks ei tunnista keskiviivan parametreja muuttuvassa osassa, vaikka viiva olisi aseteltu kappaleen keskelle oikein. Etenkin “-HG”-venttiilimalleissa, joissa on toimilaitte kiinnitettynä, on useita mittoja mitoitettu toimilaitteesta karapaketin keskiviivaan, jolloin viivan mitoitus on välttämätön. Kyseisissä venttiilimalleissa ”HG” tulee sanoista horizontal gear. Kuvassa 13 on nähtävissä toimilaitteen mitoitus keskiviivaan sekä karapakettiin mitoitettu Breaking Line, joka pysyy samana karapaketin korkeuden muuttuessa.

Kaikki kuvannot sekä asiakaskuvissa olevat detailit on lukitettava paikoilleen ”Lock View Position” -toiminnon avulla. Kun kokoonpanon reaalimitat muuttuvat, SolidWorks ei osaa pitää sen alkuperäiseen malliin mitoitettuja mittoja tai detaileja paikallaan, ellei niiden sketchejä ole erikseen mitoitettu venttiilin piirrokseen.



Kuva 13. DN200-koon HG-venttiilin mitoitus

6.2 Ohjelmiston teko

AutomateWorksin ohjelma tehtiin Microsoft Excel -perustalle. CadWorksin avustuksella ohjelmiston perusta luotiin kuudelle Excel-välilehdelle, jotka käydään läpi tässä kappaleessa. Automaatti vaatii toimiakseen tiedon venttiilin ja osien sijainnista PDM:ssä, komennon siitä, mitä käyttäjä haluaa avata, muutettavien mittojen ja osien nimet sekä lopullisen toivotun tuloksen, joka tässä opinnäytetyössä on .PDF-tiedoston luominen muokatun kuvan piirroksista. Kun ohjelmaa luodaan, voidaan “jos”-komennolla hienosäätää ohjelma tunnistamaan halutut solut ja valikoimaan sen avaamat venttiilit nimikkeiden perusteella. Ohjelman määrittämisessä pitää myös asettaa automaattille rajat, jotta se ei käyttäjän kirjoitusvirheen tai muun ongelman vuoksi luo liian pitkää tai lyhyttä venttiiliä, joka on todellisuudessa mahdoton valmistaa. Exceliin on mahdollista luoda erillisiä välilehtiä, jotka ovat yhteydessä toisiinsa.

Automaatin toiminta ja työvaiheet tapahtuvat seuraavasti:

- Käyttäjä valitsee käyttöliittymään venttiilin koon, virtausaukon, pituuden, liittospään tyyppin, karapaketin tyyppin sekä asettaa haluamansa H1-mitan manuaalisesti. Tämän jälkeen työ voidaan aloittaa.
- Käynnistyttyään automaatti tarkistaa, onko nimikkeen mukainen venttiili jo kertaalleen tehty ohjelmalla, eli etsii PDM-tallennuskansiot läpi samoista nimikkeistä. Jos on, ohjelma hyppää sitten ohjelman loppuun. Jos ei, ohjelma jatkaa normaalisti eteenpäin.
- Avaa SolidWorksin, jos se ei vielä ole auki.
- Avaa valmistuskuvan ja toivotut asiakaskuvat (Vexve / Naval).
- Avaa karapaketin, mahdolliset karakokoonpanot ja suojaputkikokoonpanot, suojaputken ja väliputken.
- Muuttaa suoja- ja väliputken mitat, suojaputken kokoonpanon mitat ja päivittää niiden piirustukset.
- Päivittää muutetun karapaketin ja sen kokoonpanon piirustuksen, jonka jälkeen tallentaa, tekee ”Check In” -komennon PDM:ään .PDF- ja .DWG-tiedostoille ja sulkee kaikki avoimet, päivitetyt piirustukset sekä karan osat. Kun osat on päivitetty, niiden muutokset jäävät voimaan aluksi avattuun valmistuskuvaan.
- Avaa valmistus- ja asiakaskuvan piirustuksen, ja päivittää sen.
- Ohjelma hakee mallilta datatiedot, kuten painon ja suomen- ja englanninkieliset nimitykset, jotka se lisää pdf-tiedostoon.
- Tallentaa uusista, päivitetyistä valmistus- ja asiakaskuvista .PDF-muotoisen tiedoston haluttuun kohteeseen ja tekee ”Check In” -komennon PDM:ään.
- Kun asiakaskuva on valmis, ohjelma sulkee SolidWorksin.

1	Command
2	
3	SetDefault
4	SetDefault
5	SetDefault
6	SetDefault
7	SetDefault
8	SetDefault
9	SetDefault
10	Call
11	
12	startupsolidworks
13	
14	PdmGetFileVersionCopy
15	Open
16	
17	
18	PdmGetFileVersionCopy
19	open
20	PdmGetFileVersionCopy
21	Open
22	
23	
24	
25	
26	
27	PdmGetFileVersionCopy
28	Open
29	Dimension
30	Open
31	rebuild
32	Save
33	open
34	close
35	close
36	
37	
38	rebuild
39	
40	PdmaddFile
41	PdmCheckInFile
42	
43	
44	
45	

Kuva 14. Automaatin päätyövaiheita.

Kuva 14. esittää yllä mainitut työvaiheet. Tyhjät kohdat komentorivillä ovat piilotettuja ”jos”-komentoja. Riviltä 45 ohjelma jatkuu ”jos”-komennon ohjaamana riippuen checkbox-valinnasta käyttöliittymässä, minkä nimikkeen asiakaskuvan ohjelma tekee. Ohjelman tekoon on laaja ohjeisto sekä lista käytettävistä komennoista CadWorksin tukipalvelussa. Automaatti tarjoaa valmiita komentoja, joita on mahdollista AutomateWorksin Standalone-ohjelmasta valitsemalla lisätä suoraan Exceliin aktiiviselle rivistölle. Ohjelma on mahdollista ajaa läpi AutomateWorksin omalla Standalone- tai Worker-ohjelmalla suoraan Excelistä AutomateWorks-välilehdeltä tai SolidWorksista AutomateWorks-lisäosalla.

Valve size	DN200
Flow port	Reduced bore
Valve length	Short
Welding end	DIN
Stem extension type	With HEX-50
min	467
max	3000
karapituus	1500
kohdekansio	
	<input type="checkbox"/> Asiakaskuva Naval
	<input checked="" type="checkbox"/> Asiakaskuva Vexve
mallien	
apukansio	c:\temp\
kohdekansio	

Kuva 15. Ohjelmiston Excel-käyttöliittymä

Ohjelman ensimmäisellä Excel-välilehdellä on sen käyttöliittymä. Sen kautta ohjelmaan asetetaan halutut arvot, joiden perusteella se toteuttaa siihen ohjelmoidut komennot. Kuvassa 15 ensimmäisessä vetovalikossa on valittavissa käytettävän venttiilin koko. Koska ohjelmisto luodaan vain pitkäkaraventtiileille, valittavissa on DN25-DN800. Toinen vetovalikko on nimeltään ”Flow port”, joka tarkoittaa venttiilin virtausaukkoa, joka voi olla täys- tai supistettuaaukko. Kolmas valikko on venttiilin pituudelle, lyhyille tai pitkille jatkeputkille. Neljäs valikko on venttiilin hitsipään standardi. Pitkäkaraventtiilille tärkeä kuudes vetovalikko tarkoittaa, millä karatyypillä venttiili halutaan. Saatavilla on 6K-karapaketti, toimilaitelaipallinen tai toimilaitteellinen. Vetovalikoiden jälkeen tulevat minimi- ja maksimimitat, jotka ovat jokaiselle venttiilikoolle erikseen mitoitettut (6.3). Vihreään soluun syötetään erikoismittaisen karapaketin korkeus, joka on nimeltään H1-mitta, jonka ohjelma muuttaa. Tämän alla on kaksi checkboxia, jotka valitsemalla käyttäjä saa lisätä haluamansa asiakaskuvan. Jos esimerkiksi ”Asiakaskuva Naval” -boksi on valittu, ohjelma tietää ”jos”-komennon avulla avata Navalin nimikkeellä asetetun venttiilin asiakaskuvan.

Käyttöliittymä on kytkettynä Excelin toiselle välilehdelle, jossa ovat käyttöliittymävalinnat. Muuttamalla käyttöliittymässä esimerkiksi vetovalikon arvoa käyttöliittymävalinnat-välilehdellä arvot muuttuvat ja ohjelma tietää käyttäen funktiota käyttöliittymään asetettujen venttiilien ja sääntöjen arvoilla.

1	Venttiilikoot	1	Virtausaukko	2	karapaketintyyppi	2	Venttiilin pituus	1	Liitospää standardi	Asiakaskuvat	
2	12	1	1	2	2	2	2	1	DIN	Naval	Vexve
3	Selected values ->	DN250	Selected values ->	Reduced bore	Selected values ->	With top flange	Short	DIN	DIN	EPÄTOSI	EPÄTOSI
4	DN20		Reduced bore		With HEX		Long	DIN			
5	DN25		Full bore		With top flange		Short	GOST			
6	DN32				With vertical gear						
7	DN40										
8	DN50										
9	DN65										
10	DN80										
11	DN100										
12	DN125										
13	DN150										
14	DN200										
15	DN250										
16	DN300										
17	DN350										
18	DN400										
19	DN500										
20	DN600										
21	DN700										
22	DN800										

Kuva 16. Käyttöliittymävalinnat

Kuva 16. esittää käyttöliittymävalinnat-välilehden, jossa ensimmäisellä sarakkeella on venttiilikoko. Toisella sarakkeella käyttöliittymän mukaisesti on venttiilin virtausaukon tyyppi. Kolmannella sarakkeella on karapaketin valinta. Neljännellä ja viidennessä sarakkeella esitetään venttiilin pituuden valinta sekä liitospään standardi. Viimeinen sarake on yhteydessä käyttöliittymän checkboxeihin. Valittaessa asiakaskuvatyyppi sinisen funktiorivin 3 kohta Naval- tai Vexve-asiakaskuvassa muuttuu toiseksi. Funktiorivi 3 esittää valitut arvot käyttöliittymän mukaisesti jokaisen sarakkeen tarjoamista vaihtoehtoista.

Kolmas välilehti sisältää kaiken ohjelmiston tarvitseman datan sen käyttämistä osista, kuten tiedostosijainnit, muokattavien sketchien nimet, sekä minimi- ja maksimitat. Neljännellä välilehdellä on ohjelmiston koodi, joka määrittää, mitä ohjelmisto varsinaisesti tekee. Viides ja kuudes välilehti ovat kytkettynä koodiin. Ohjelma hyppää niille kesken ohjelman tekemään listattuja käskyjä, jotka toistuvat useasti koodin aikana. Listatut käskyt nimikkeiden etsimiselle PDM:stä ja attribuuteille sijoitettiin erillisille välilehdille, koska se vähentää samojen komentojen määrää jokaisen osan kohdalla.

6.3 Karapaketin osien mitoitus

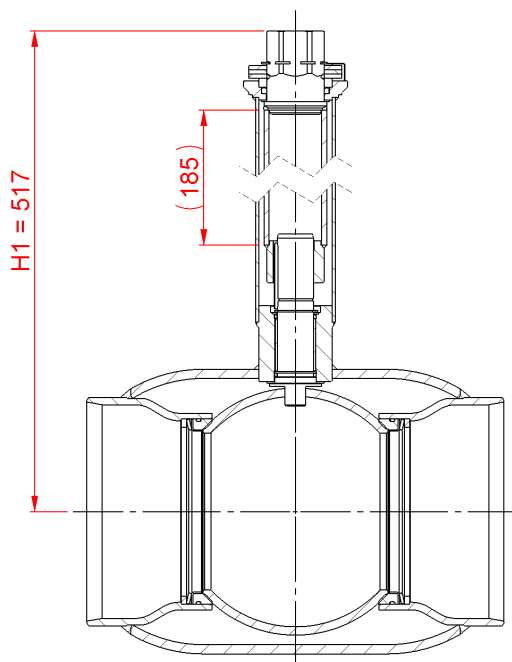
Kuvassa 15. vetovalikoiden alla näkyvät minimi- ja maksimimitat sekä suojaputken ja väliputken lyhennysmitat on laskettu ohjelmistoon Excelin kolmannelle sivulle.

Minimimitta lasketaan kaavalla $H1 - (Y - X)$,

jossa Y = Väliputken mitta,

X = Mitta, joka vähennetään Y :stä niin, että vastaus on 50 mm.

Esim. Kuva 17. esittää punaisella 107200-S-nimikkeen venttiilien mitat, jotka tarvitaan minimimitan laskukaavaan.



Kuva 17. Minimimitan lasku 107200-S-venttiilistä.

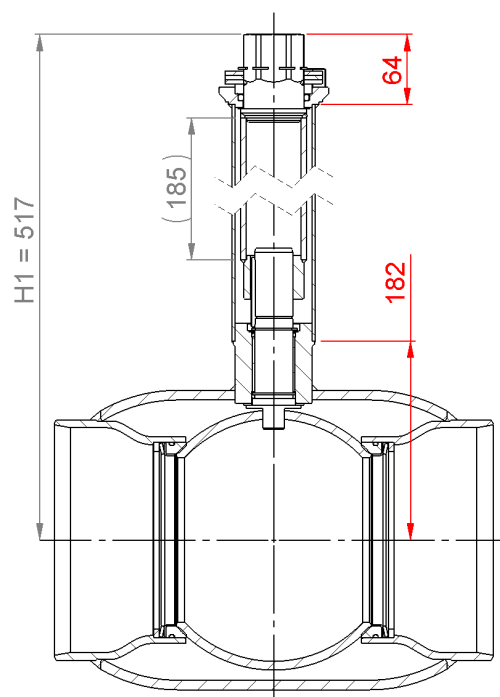
Kuvan 17. mukaisesti venttiilin $H1 = 517$, $Y = 185$ ja $X = (185 - X) = 50$ eli 135. Näin ollen laskettu minimimitta on $517 - (185 - 135) = 467$.

Suojaputken lyhennysmitta lasketaan kaavalla $X + Y$,

jossa X = Mitta suojaputken alareunasta venttiilin keskelle,

Y = Mitta suojaputken yläreunasta 6K-karan tai toimilaitelaipan päälle.

Esim. Kuva 18. Esittää punaisella 107200-S-venttiilien merkityt mitat, jotka tarvitaan suojaputken lyhennysmitan laskemiseen.



Kuva 18. Suojaputken lyhennysmitan laskeminen 107200-S-venttiilistä.

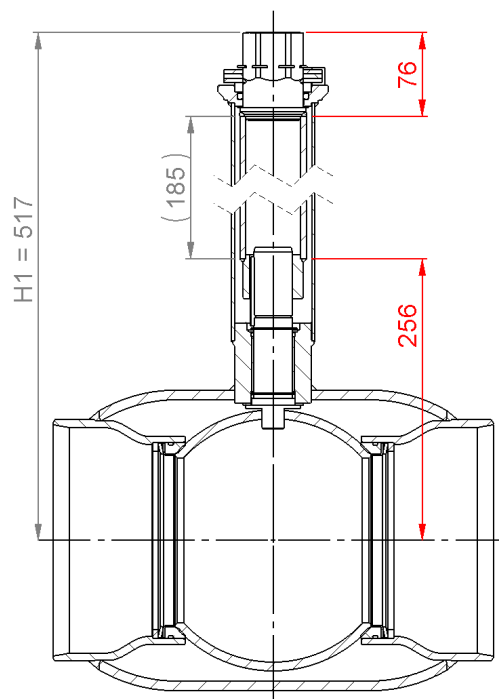
Kuvan 18. mukaisesti $X = 182$ ja $Y = 64$. Näin ollen laskettu suojaputken lyhennysmitta on $182 + 64 = 246$.

Väliputken lyhennysmitta lasketaan kaavalla $X + Y$,

jossa X = Mitta väliputken alareunasta venttiilin keskelle,

Y = Mitta väliputken yläreunasta 6K-karan tai toimilaitelaipan päälle.

Esim. Kuva 19. Esittää punaisella 107200-S-venttiilien merkityt mitat, jotka tarvitaan väliputken lyhennysmitan laskemiseen.



Kuva 19. Väliputken lyhennysmitan laskeminen 107200-S-venttiilistä.

Kuva 19:n mukaisesti $X = 256$ ja $Y = 76$. Näin ollen laskettu väliputken lyhennysmitta on $256 + 76 = 332$.

6.4 Automaation viimeistely

Automaatin Excel-koodin viimeistely tehtiin AutomateWorksin kehittäjän CadWorksin avustuksella. Ohjelman koodin on oltava juuri oikeanlainen, ja kaikki komennot täytyy olla kohdistettu oikeille taulukon riveille ja soluille, jotta tarvittavat arvot sisältyvät funktioihin.

Ongelmia ilmeni muun muassa asiakaskuvien avaamisessa ja tiettyjen venttiilikokojen arvojen löytymisessä sarakkeista. Ongelmat ratkesivat koodin hienosäädöllä ja taulukon indeksien huolellisella tarkastamisella.

=@INDEKSI(K4:K226;\$F\$2)	
INDEKSI(matriisi ; rivi_nro; [sarake_nro])	
INDEKSI(viittaus ; rivi_nro; [sarake_nro]; [alue_nro])	
Vexve asiakaskuva	
=@INDEKSI(K4:K226;\$F\$2)	
107025-S	
107032-S	
107040-S	
107050-S	
107065-S	
107080-S	
107100-S	
107125-S	
107150-S	
157150-S	
157150-S-F12	
157150-S-HG	
107200-S	

Kuva 20. Ohjelman indeksien määrittämiä.

Ohjelman indeksit asetettiin määrittämään kaikkien venttiilien arvot omassa sarakeessaan, jotta ohjelman funktio löytää käyttöliittymään asetetut venttiilit ja niiden arvot automaattisesti.

Varsinainen käyttöliittymä rakennettiin pilveen CadWorksin palvelimelle. Pilvipalvelussa olevilla verkkotyökaluilla käyttöliittymä rakennettiin alusta alkaen. Ensin Excel-ohjelmisto ladattiin palvelimelle, jonka jälkeen työkalu skannasi sen läpi. Käyttöliittymää tehtäessä kaikki arvot, muuttujat ja tärkeät solut tuli syöttää käyttöliittymätyökaluun, jotta syötettäessä tehtävän työn arvoja käyttöliittymään Excel toimii sen yhteydessä.

Kuvan 21. osoittaman verkkokäyttöliittymän voi avata osoitelinkistä. Työn voi luoda esimerkiksi tietokoneella tai puhelimella. Palvelin lähettää työn tietokoneelle, jolla AutomateWorks Worker on lisensoitu. Kun Worker on käynnistetty tietokoneella, se saa palvelimelta tiedon työstä. Silloin se käynnistää ohjelman verkkokäyttöliittymään asetettujen tietojen mukaisilla arvoilla Excel-ohjelman pohjalta.

Luo uusi työ konfiguraattorille PKV AutomateWorks Generator3

Valve size*

DN200

Flow port*

Reduced bore

Valve length*

Short

Welding end*

DIN

Stem extension type*

With HEX

Stem extension height

1000

336 - 3000

☐ Vexve asiakaskuva

☐ Naval asiakaskuva

Kuva 21. Verkkokäyttöliittymä.

6.5 Ohjeiden teko

Kuvien muokkauksesta tehtiin Vexven käyttöön ohje (LIITE 1), jotta tulevaisuudessa työntekijöiden mahdollisten vaihdosten vuoksi suunnittelijat osaavat muokata uusia kuvia AutomateWorksin käyttöön sopiviksi ja lisätä niiden tietoja ohjelman Excel- taulukkoon. Ohje sisältää ohjeistuksen kaikkien teknisten mittojen muokkaamiseen. Tiedon kulku ja sen välittäminen eteenpäin ovat tärkeitä, jotta ohjelmistoa voidaan tarvittaessa laajentaa ja taata sille pitkä käyttöikä.

Myös automaatin käytöstä ja sen toimivuudesta laadittiin ohje (LIITE 2). Sen tarkoitus on opastaa Vexven työntekijä tai asiakas automaatin käyttöön. Ohje esittää automaatin käyttöliittymän ja selostaa sen toimivuuden, jotta käyttäjä osaa tuottaa kuvia ilman erillistä avustusta. Molemmat ohjeet tehtiin Vexven omalle dokumenttipohjalle. Molempien ohjeiden sisältö ja kieliasu hyväksytettiin firman sisäisesti.

7 OHJELMISTON TESTAUS JA TULOKSET

Opinnäytetyötä tehtiin keskimäärin kahtena päivänä viikossa keväällä 2020. Työtä aloitettaessa Excel-koodi oli jo valmiiksi aluillaan, joten sen perustoimintojen testaus voitiin aloittaa. Ohjelmiston koodin toimivuutta testattiin lukuisilla ajoilla SolidWorksissa. Excel-alusta ei korjaa koodia suoraan automaattisesti, joten virheellisiä ajoja tuli luonnollisesti useita, ennen kuin kaikki komennot olivat oikein. Koodiin lisättiin uusia toimintoja työn edetessä, kuten mahdollisen jo kertaalleen tehdyn mallin ja uusimman mahdollisen kokoonpanoversion etsiminen PDM:stä ennen työn aloitusta.

Alussa ongelmana oli ohjelmiston toimivuuden vaihtelevuus. Välillä ohjelma ei löytänyt venttiilien asiakaskuvia ennen kuin ne oli kertaalleen manuaalisesti avattu SolidWorksiin. Ongelma korjautui lisäämällä ”PDMGetFileVersionCopy”-komento ennen jokaisen osan avaamiskäskyä. Komento etsi ohjelmaan asetetusta PDM-polusta uusimman mahdollisen version piirroksista ja mallista. Ongelma johtui siitä, että AutomateWorks ei välttämättä joissakin PDM:n kansioissa löytänyt uusinta versiota itse.

Testauksessa tuli myös ilmi ideoita verkkokäyttöliittymän parantamiseen, koska verkkokäyttöliittymä on CadWorksin palvelimella ja se on rakennettu CadWorksin tarjoamilla työkaluilla ja niiden mahdollisuuksilla. Vielä ratkaistavana ongelmana on rajoitusten asettaminen ”Stem extension height” -kohtaan (Kuva 21.), joka näyttäisi karan korkeuden minimi- ja maksimiarvon riippuen valitusta venttiilikooosta ja tyyppistä. Tällä hetkellä kuvan 21. mukaan näkyvät arvot ovat kiinteät yhdelle venttiilikoolle. Myös muita muokkauksia suunnitellaan, jotta venttiilit, joita ei ole luotu tai on mahdoton tuottaa, rajautuvat automaattisesti pois luettelosta sitä mukaa, kun työn tietoja aletaan valitsemaan. Tämä selkeyttäisi töiden luomista ja estäisi mahdollisten virheiden syntymistä. Ohjelma ei kuitenkaan pysty luomaan venttiilejä väärillä arvoilla, vaan lopettaa toimintansa kesken ja antaa virhekoodin, jos esimerkiksi karapaketin minimimitta on liian pieni. Tämä estää virheellisten kuvien läpipääsyn.

Työn ohjelmointi sujui CadWorksin avustuksella pääpiirteittäin hyvin. AutomateWorks Standalonen ja Workerin ”Link”-toiminnolla komentoja oli helppo etsiä ja

syöttää Exceliin. Kuitenkin matkan varrella oli ongelmia automaatin komentojen järjestyksessä ja kirjoitusasussa. Komennot, jotka liittyivät PDM:ään olivat haastavimpia, sillä ne olivat pitkiä ja niissä oli paljon mahdollisuuksia monien muuttujien myötä virheille. Hyvällä avustuksella sekä omalla perehtymisellä ohjelmisto saatiin aikataulussa toimimaan. Nykyversio ei ole kuitenkaan täydellinen käyttöliittymältään. Tällä hetkellä palvelin tukee yhtä minimi- ja maksimiarvoa syöttökenttää kohden, joten toivottujen rajoitteiden visuaalinen asettaminen ei ole tällä hetkellä mahdollista. Dynaamisten kenttien, jotka reagoivat käyttäjän valintoihin, luominen ei ole palvelimen nykyisellä lomakkeella mahdollista.

Työ on kehittänyt omaa osaamistani automaation kannalta todella paljon ja olen oppinut käyttämään Exceliä entistä paremmin. Myös SolidWorksista olen löytänyt uusia ominaisuuksia muokatessani kuvia AutomateWorksille sopiviksi. Kuvien muokaus oli suhteellisen rutiininomainen prosessi, joka onnistui kuitenkin hyvin. SolidWorks oli minulle ennestään tuttu ohjelma, mikä helpotti kuvien muokkausta. Päällimmäisenä tavoitteena opinnäytetyössä oli suunnittelun helpottaminen, automatisoinnin aloittaminen suunnitteluprosessissa sekä ajan säästäminen. Nämä tavoitteet täyttyivät opinnäytetyön osalta täysin.

8 POHDINTA

Tulevaisuudessa automaatin kehitys jatkuu eteenpäin, eikä se ole vielä aivan kokonaan valmis. Lisää kuvia muokataan AutomateWorksille sopiviksi ja lisätään ohjelmiston taulukkoon. Kun ohjelmisto toimii ominaisuuksiltaan niin kuin pitääkin, jatkuva kehitys on mahdollista. Tulevaisuudessa on mahdollista, että ohjelmistoon ja käyttöliittymään tulee uusia ominaisuuksia tai sitä laajennetaan ehkä muiden tuotteiden tekemiseen. Näkisin, että suunnittelun automatisointiin on nyt Vexvellä hyvä pohja, jota on helppo laajentaa. Suurin työ automaatin tekemisessä oli kuvien valmistelu, ja kaiken datan kasaaminen ohjelmistoon. Työmäärällisesti se on silti varsin kohtuullinen verrattavissa hyötyihin. Vuodessa Vexve myy satoja erikoismittaisia pitkäkaraventtiilejä, joiden muokkaamiseen manuaalisesti menisi vuositasolla tunteja. AutomateWorks tuottaa kuvat vaivatta muutamissa minuuteissa, ilman suunnittelijalta vaadittua työaikaa, tulevaisuudessa ehkä jopa asiakkaan itsensä ajamana verkkokäyttöliittymän kautta.

Cadworksin kanssa yhteistyö sujui kaiken kaikkiaan hyvin, ja heiltä sain tarvitsemi ohjelmointi- ja palvelimen käyttöavun. Minulle itselleni tämän opinnäytetyön aihe oli todella mielenkiintoinen. Työmotivaatiota lisäsi ajatus työn tärkeydestä ja automaatin tekeminen oikeisiin työelämän tilanteisiin. Sain arvokasta ammatillista oppia automaatin tekemisestä sekä Excelin kehittyneemmästä toiminnasta, joista on varmasti hyötyä tulevaisuudessa.

Automaattia ei ole vielä esitelty muille osastoille. Ennen virallista esittelyä kaikki mahdolliset venttiilikoot päivitetään ohjelmistoon, minimi- ja maksimimittojen esitystä koskevat käyttöliittymäongelmat yritetään ratkoa CadWorksin kanssa, ja automaatista ja sen käytöstä valmistellaan huolellinen presentaatio. Käyttöliittymän muuttaminen vaatii palvelimen ohjelmiston muuttamista, jonka tekee CadWorks. Automaatin julkistamispalaveri on alustavasti suunniteltu kesäkuun 2020 loppuvaiheille. Odotan mielenkiinnolla myynnin, tuotannon ja asiakaspalvelun kommentteja automaatista ja mahdollisista uusista ehdotuksista sen toiminnan parantamiseksi.

Kun spekuloi automaatin tulevaisuutta, olisi kätevää mahdollistaa sen käyttö myös asiakkailla itsellään. Automaatin voisi esimerkiksi viedä Vexven nettisivuille, ja kirjautumalla palvelimelle vieras pääsisi itse generoimaan haluamansa kuvat. Asiakas saisi ladattua siitä asiakaskuvan itselleen, mutta valmistuskuvat jäisivät Vexven PDM:ään. Näin data asiakkaan toivomista venttiileistä tulisi suoraan Vexvälle, ja asiakas saisi ilman välikäsiä mittakuvat itselleen. Nyt kun ohjelmisto toimii Vexvellä, sen laajentaminen muihin tuotteisiin ja malleihin on mahdollista. Tulevaisuudessa moduulikarapakettien ja jatkokarapakettien muokkaus saattaa hyvinkin tapahtua AutomateWorksin kautta. Jo valmiiksi tehty ohjelma on helppo laajentaa uusiin tuotteisiin. AutomateWorks on Vexvellä varsin uusi ohjelma. Ohjelman tullessa käyttöön ja tutummaksi sekä firman sisäisen keskustelun myötä käyttökohteita löydetään varmasti lisää. Ohjelmaan tutustuminen ja sen käyttö antavat mahdollisuuden tarkastella erilaisia toimintatapoja ja ajatella sen käyttöä eri näkökulmista. AutomateWorksilla suunnittelutehtävät on mahdollista toteuttaa kevyemmin ja nopeammin kuin manuaalisesti, joten sen tuomat edut kannattaa hyödyntää muihinkin suunnittelutehtäviin.

LÄHTEET

Vexve Oy:n www-sivujen yritysosoite. 2020. Viitattu 27.02.2020.
<https://www.vexve.com/fi/yritys/yritys/>

Vexve Oy:n www-sivujen tuoteosoite, 2020. Luettu 04.03.2020.
<https://www.vexve.com/fi/tuotteet/>

Dassault Systemès:in SolidWorks www-sivut. 2020. Viitattu 27.02.2020.
<https://www.solidworks.com/>

CadWorks:in www-sivut. 2020. Viitattu 27.02.2020. <http://www.cadworks.fi/fi/tuotteet/automateworks>

CadWorks:in www-sivut. 2020. Luettu 17.03.2020. <http://www.cadworks.fi/fi/tuotteet/solidworks-pdm-tiedonhallintaohjelmisto>

CadWorks Automateworks 4 esite. Ei päiväystä. Viitattu 27.02.2020. Saatavilla:
http://www.cadworks.fi/sites/cadworks.fi/files/inline-files/Automate-Works_4_esite_FIN%20%28ID%203015%29.pdf

DevCo Partners:in www-sivut. 2020. Viitattu 27.02.2020. <https://www.devco.fi/yritykset/vexve-armatury-group>

Vexve Oy, 2020. Yritysesite. Luettu 04.03.2020. Ei saatavilla.

Vexve Oy, 2019. Pitkäkaraventtiilit. Luettu 04.03.2020. Saatavilla: https://vexve.studio.crasman.fi/bank/vexve-cloud/suomeksi/kayttoohjeet/pitkakaraventtiilit/2019-Vexve-long_stem_ball_valves-manual-FI.pdf

Vexve Oy, 2015. Pitkäkaraventtiilit ja karapaketit. Luettu 11.03.2020. Ei saatavilla.

Vexve Oy, 2018. XTM- Press & Go. Luettu 16.03.2020.
<https://www.vexve.com/fi/vexve-x/>

PIIRROSTEN MUOKKAUS OHJE

 VEXVE OY

Piirrosten muokkaus AutomateWorksia varten

Sisällys

Sisällys	2
1 Lyhyesti	3
2 Työvaiheet	4
2.1 Break View:in mitoitus	4
2.2 Keski- ja sektioviivan mitoitus	6
2.3 Detailien ja Broken-Out Sectionien mitoitus	8
2.4 Kuvantojen lukitus	9



AUTOMATEWORKS KÄYTTÖOHJE



AutomateWorks käyttöohje

Sisällys

Sisällys	2
1 Lyhyesti	3
2 Käyttöliittymä	4
2.1 Venttiilikoko	4
2.2 Virtausportti	5
2.3 Jatkeputkien pituus	5
2.4 Liitospäät	5
2.5 Karapaketin tyyppi	6
2.6 Karapaketin korkeus	6
2.7 Asiakaskuvat	6
3 Työn seuraukset ja loppu	7

